

Rec'd PCT/PTO 11 MAR 2005

10/527424

PD

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP03/13727

27.10.03

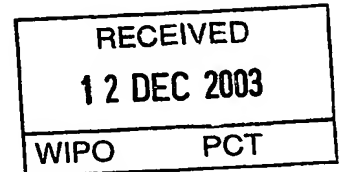
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年10月28日

出願番号
Application Number: 特願2002-312189
[ST. 10/C]: [JP2002-312189]

出願人
Applicant(s): 三菱電機株式会社



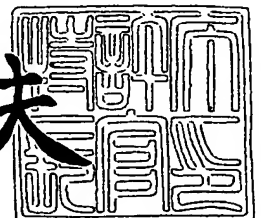
PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

2003年11月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 541672JP01

【提出日】 平成14年10月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04J 11/00
H04B 1/16

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 井戸 純

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083840

【弁理士】

【氏名又は名称】 前田 実

【選任した代理人】

【識別番号】 100116964

【弁理士】

【氏名又は名称】 山形 洋一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007205

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0103117

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 OFDM信号のダイバーシチ受信方法およびダイバーシチ受信装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 2 系統の直交周波数分割多重 (OFDM) 信号の復調経路を有するダイバーシチ受信装置において、

一方の復調経路の搬送波成分の受信電力値から得られる第 1 の電力比の値と、該第 1 の電力比の値を基準として他方の復調経路の搬送波成分の受信電力値から得られる第 2 の電力比の値の差分を演算し、該差分の演算値が所定のしきい値以下であるか否かを比較するステップと、

前記比較結果が前記しきい値以下である場合には、前記 2 系統の復調経路からの双方の受信復調信号に対して常時等利得で合成された受信復調信号を出力するステップと、

前記比較結果が前記しきい値より大きい場合には、前記 2 系統の復調経路からいずれか一方の受信復調信号を選択して出力するステップと

を有することを特徴とする OFDM 信号のダイバーシチ受信方法。

【請求項 2】 前記 2 系統の復調経路からいずれか一方の受信復調信号を選択して出力するステップでは、第 1 の電力比の値と第 2 の電力比の値との比較により、大きい方の復調経路の受信復調信号を選択する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信方法。

【請求項 3】 前記演算値が所定のしきい値以下であるか否かを比較するステップでは、復調経路の搬送波成分の受信電力値を、伝送路の推定結果の出力から得る

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信方法。

【請求項 4】 前記演算値が所定のしきい値以下であるか否かを比較するステップでは、前記第 1 および第 2 の電力比の値は、瞬時電力対雑音電力比 (CNR) 値であり、前記所定の演算は、大きい方の電力比の値を小さい方の電力比の値で除する演算である

ことを特徴とする請求項 1 ～ 3 の何れかに記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信方法。

【請求項 5】 前記演算値が所定のしきい値以下であるか否かを比較するステップでは、受信電力値の演算に、搬送波の周波数方向および時間方向に対して周期的に挿入されるパイロット搬送波を用いる

ことを特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れかに記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信方法。

【請求項 6】 前記演算値が所定のしきい値以下であるか否かを比較するステップでは、復調経路の搬送波成分の受信電力値をフーリエ変換後の周波数ドメイン信号から得る

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信方法。

【請求項 7】 前記演算値が所定のしきい値以下であるか否かを比較するステップでは、復調経路の搬送波成分の受信電力値を、OFDM 復調前の受信信号から得る

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信方法。

【請求項 8】 前記演算値が所定のしきい値以下であるか否かを比較するステップでは、復調経路の搬送波成分の受信電力値を、OFDM 復調前の受信信号の受信電力値を平均して得る

ことを特徴とする請求項 7 に記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信方法。

【請求項 9】 前記演算値が所定のしきい値以下であるか否かを比較するステップでは、復調経路の搬送波成分の受信電力値を、OFDM 復調前の受信信号の増幅度を調整するための電力制御信号から得る

ことを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信方法。

【請求項 10】 前記演算値が所定のしきい値以下であるか否かを比較するステップでは、前記第 1 および第 2 の電力比の値は、伝送路の推定結果の出力から得られた復調経路の搬送波成分の受信電力値から得て、前記所定の演算は、前

記第 1 および第 2 の電力比の値に対して OFDM 復調前の受信信号の受信電力値を係数として補正する

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信方法。

【請求項 1 1】 前記演算値が所定のしきい値以下であるか否かを比較するステップでは、前記第 1 および第 2 の電力比の値は、フーリエ変換後の周波数ドメイン信号から得られた復調経路の搬送波成分の受信電力値であり、前記所定の演算は、前記第 1 および第 2 の電力比の値に対して OFDM 復調前の受信信号の受信電力値を係数として補正する

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信方法。

【請求項 1 2】 前記演算値が所定のしきい値以下であるか否かを比較するステップでは、前記所定のしきい値を OFDM 復調前の受信信号の受信電力値により補正する

ことを特徴とする請求項 1 ～ 6 の何れかに記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信方法。

【請求項 1 3】 受信信号をフーリエ変換するフーリエ変換部と、前記フーリエ変換された受信信号の搬送波成分により伝送路の特性を推定する伝送路推定部と、前記伝送路の特性推定値の電力を演算する推定値電力演算部と、前記フーリエ変換された受信信号と前記伝送路の特性推定値を用いて受信信号を復調する復調部とを少なくとも備える直交周波数分割多重 (OFDM) 信号の復調経路を少なくとも 2 系統有するダイバーシチ受信装置であって、

一方の復調経路の搬送波成分の受信電力値から得られる第 1 の電力比の値と、と、該第 1 の電力比の値を基準として他方の復調経路の搬送波成分の受信電力値から得られる第 2 の電力比の値の差分を演算し、該差分の演算値が所定のしきい値以下であるか否かを比較する電力比比較部と、

前記 2 系統の復調経路からいずれか一方の受信復調信号を選択する信号選択部と、前記 2 系統の復調経路からの双方の受信復調信号に対して常時等利得で合成する信号等利得合成部とを有し、前記比較結果が前記しきい値以下である場合に

は信号等利得合成部を選択して等利得合成された受信復調信号を出力し、前記比較結果が前記しきい値より大きい場合には信号選択部を選択して前記復調経路の何れか一方の受信復調信号を出力する信号選択／等利得合成選択部と

を備えることを特徴とする OFDM 信号のダイバーシチ受信装置。

【請求項 14】 前記信号選択部は、前記 2 系統の復調経路における第 1 の電力比の値と第 2 の電力比の値との比較により、大きい方の復調経路の受信復調信号を選択する

ことを特徴とする請求項 13 に記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信装置。

【請求項 15】 電力比比較部は、前記推定値電力演算部の出力から復調経路の搬送波成分の受信電力値を得る

ことを特徴とする請求項 13 または 14 に記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信装置。

【請求項 16】 前記電力比比較部は、前記推定値電力演算部の出力から瞬時電力対雑音電力比 (CNR) 値を得て、大きい方の CNR 値を小さい方の CNR 値で除した演算値を前記しきい値と比較する

ことを特徴とする請求項 13 ～ 15 の何れかに記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信装置。

【請求項 17】 前記電力比比較部は、搬送波の周波数方向および時間方向に対して周期的に挿入されるパイロット搬送波を検出し、その電力比の値の演算値を前記しきい値と比較する

ことを特徴とする請求項 13 ～ 16 の何れかに記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信装置。

【請求項 18】 前記電力比比較部は、フーリエ変換部から出力される周波数ドメイン信号から復調経路の搬送波成分の受信電力値を得る

ことを特徴とする請求項 13 または 14 に記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信装置。

【請求項 19】 前記電力比比較部は、OFDM 復調前の受信信号から復調経路の搬送波成分の受信電力値を得る

ことを特徴とする請求項 13 または 14 に記載の OFDM 信号のダイバーシチ

受信装置。

【請求項 20】 前記電力比比較部は、OFDM復調前の受信信号の受信電力値を平均して復調経路の搬送波成分の受信電力値を得る

ことを特徴とする請求項 19 に記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信装置。

【請求項 21】 前記電力比比較部は、OFDM復調前の受信信号の増幅度を調整するための電力制御信号から復調経路の搬送波成分の受信電力値を得る

ことを特徴とする請求項 19 または 20 に記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信装置。

【請求項 22】 前記電力比比較部は、前記推定値電力演算部の出力から復調経路の搬送波成分の受信電力値から前記第 1 および第 2 の電力比の値を得て、前記第 1 および第 2 の電力比の値に対して OFDM 復調前の受信信号の受信電力値を係数として補正する演算を実施する

ことを特徴とする請求項 13 または 14 に記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信装置。

【請求項 23】 前記電力比比較部は、フーリエ変換部から出力される周波数ドメイン信号から復調経路の搬送波成分の受信電力値を得て、前記第 1 および第 2 の電力比の値に対して OFDM 復調前の受信信号の受信電力値を係数として補正する演算を実施する

ことを特徴とする請求項 13 または 14 に記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信装置。

【請求項 24】 前記電力比比較部で用いられ前記所定のしきい値を OFDM 復調前の受信信号の受信電力値により補正するしきい値変換テーブル部を備える

ことを特徴とする請求項 13 ～ 18 の何れかに記載の OFDM 信号のダイバーシチ受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、少なくとも 2 系統の直交周波数分割多重 (Orthogonal Frequency

Division Multiplexing、以下「OFDM」と記載) 信号の復調経路を有するダイバーシチ受信装置の受信性能の改善方法に関し、特に、2系統の受信信号を選択あるいは合成するための判断あるいは切替る場合の改善方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の一般的なOFDM信号のダイバーシチ受信装置は、選択ダイバーシチと称されており、2系統の受信信号の搬送波に対して、まず各々の受信電力の推定値を各時点で比較し、その値が大きい方の受信信号を選択して出力していた。つまり、各時点における2系統の受信信号のうち、良い方の受信信号を選択して出力し、悪い方の受信信号は利用しないものであった。従って、各時点においては、2系統の受信信号の何れかから得られる個々の受信電力よりも良い受信性能は得ることができなかった。

【0003】

これに対して、さらに受信性能を改善するために、2系統の受信信号を合成することが考えられている。

【0004】

例えば、2系統の受信信号（復調出力）に対して、各々の受信電力（推定値電力）の比に応じた重み係数を生成し、その各重み係数を各々の受信電力に乗ずる回路を設けて、その回路により重み付け合成する最大比合成方式のダイバーシチ受信装置が知られている。

【0005】

最大比合成方式のダイバーシチ受信装置は、選択ダイバーシチ方式のダイバーシチ受信装置と同様にマルチパス歪みを改善できるだけでなく、熱雑音に対する伝送特性も改善でき、例えば、瞬時受信電力対雑音電力比（CNR）も改善することができることが知られている（例えば、非特許文献1参照）。

【0006】

【非特許文献1】

関隆史、他1名、「地上デジタルTV放送のダイバーシチ受信による性能改善」、(社)映像情報メディア学会技術報告、2001年5月25日、Vol.25、No

.34、pp.1-6、ROFT2001-54(May, 2001)

【0007】

また、受信性能を改善するために2系統の受信信号を合成するものの他の例として、等利得合成方式のダイバーシチ受信装置が知られている。等利得合成方式は、2つの受信信号を常に等利得で合成する合成法であり、例えば、2系統の受信信号（復調出力）に対して、受信電力（推定値電力）の出力に無関係に常に2系統の各復調部の平均値を合成信号を出力するものである。ダイバーシチ受信装置の効果については、一般的に等利得合成方式は、選択方式のダイバーシチ受信装置よりも大きい、最大比合成方式のものよりも小さいことが知られているが、逆に、2系統の受信信号（復調出力）の差（CNRの差）が大きくなった場合には、選択方式のものよりも受信性能が低下する場合がある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

従来のOFDM信号のダイバーシチ受信装置は、例えば、選択方式のダイバーシチ受信装置の場合には、個々の系統の受信信号の何れかをそのまま選択して用いるため、回路規模は小さいがより受信性能を改善することが難しいという問題があった。

【0009】

また、等利得合成方式のダイバーシチ受信装置の場合には、追加される回路は単純な平均化回路のみで有るので比較的回路規模が小規模ですみ、選択方式のものよりは改善できるが、最大比合成方式のものよりは改善できず、さらに、2系統の受信信号のCNRの差が大きいと選択方式よりも受信性能が低下するという問題があった。

【0010】

そして、最大比合成方式のダイバーシチ受信装置は、選択方式や等利得合成方式のものに比べて最も受信性能を改善できるが、上記したように各々の受信電力（推定値電力）の比に応じた重み係数を生成し、さらに、その各重み係数を各々の受信電力に乗ずる回路が必要なことから、回路規模が大規模になってしまうという問題があった。

【0011】

本発明は上記のような問題を解決するためになされたものであって、回路規模が比較的小さくても、最大比合成方式に近いレベルまで受信性能を改善できる OFDM 信号のダイバーシチ受信装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記した目的を達成するため、本発明の OFDM 信号のダイバーシチ受信方法では、少なくとも 2 系統の OFDM 信号の復調経路を有するダイバーシチ受信装置において、

一方の復調経路の搬送波成分の受信電力値から得られる第 1 の電力比の値と、他方の復調経路の搬送波成分の受信電力値から得られる第 2 の電力比の値に対して所定の演算を実施した演算値が、所定のしきい値以下であるか否かを比較するステップと、

比較結果がしきい値以下である場合には、2 系統の復調経路からの双方の受信復調信号に対して常時等利得で合成された受信復調信号を出力するステップと、

比較結果がしきい値より大きい場合には、2 系統の復調経路からいずれか一方の受信復調信号を選択して出力するステップとを有する。

【0013】

また、本発明の OFDM 信号のダイバーシチ受信装置は、受信信号をフーリエ変換するフーリエ変換部と、フーリエ変換された受信信号の搬送波成分により伝送路の特性を推定する伝送路推定部と、伝送路の特性推定値の電力を演算する推定値電力演算部と、フーリエ変換された受信信号と伝送路の特性推定値を用いて受信信号を復調する復調部とを少なくとも備える OFDM 信号の復調経路を少なくとも 2 系統有するダイバーシチ受信装置であって、

一方の復調経路の搬送波成分の受信電力値から得られる第 1 の電力比の値と、他方の復調経路の搬送波成分の受信電力値から得られる第 2 の電力比の値に対して所定の演算を実施した演算値が、所定のしきい値以下であるか否かを比較する電力比比較部と、

2 系統の復調経路からいずれか一方の受信復調信号を選択する信号選択部と、

2系統の復調経路からの双方の受信復調信号に対して常時等利得で合成する信号等利得合成部とを有し、比較結果がしきい値以下である場合には信号等利得合成部を選択して等利得合成された受信復調信号を出力し、比較結果がしきい値より大きい場合には信号選択部を選択して復調経路の何れか一方の受信復調信号を出力する信号選択／等利得合成選択部とを備える。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて具体的に説明するが、それに先立ち、本発明を理解するために必要となる本発明で用いた直交周波数分割多重（OFDM）方式の伝送技術、および、ダイバーシチ技術について簡単に説明する。

【0015】

直交周波数分割多重（OFDM）方式の伝送（送受信）技術は、互いの周波数が直交する複数の搬送波によって情報を変調および多重して送信し、受信側では逆の処理を実施して復調する送受信方式であり、放送や通信の分野で特に実用化が進んでいる。

【0016】

OFDM方式の伝送では、まず送信時に、送信するデータを複数の搬送波に割り振り、各搬送波においてQPSK（Quadrature Phase Shift Keying）方式やQAM（Quadrature Amplitude Modulation）方式、またはDQPSK（Differential Encoded Quadrature Phase Shift Keying）方式等でデジタル変調され、また、伝送パラメータや伝送制御に関する付加情報、および、既知データが変調された連続パイロット搬送波成分は、特定の搬送波を用いて常にDBPSKやBPSK方式でデジタル変調されてから、これらが多重化され、その後、OFDM信号は所望の送信周波数に周波数変換されて伝送される。

【0017】

具体的には、送信時に送信する伝送データが各搬送波の変調方式に応じてマッピングされ、これらが逆離散フーリエ変換される。次に、逆離散フーリエ変換後の信号の最後部が信号の先頭にコピーされる。この部分はガードインターバルと呼ばれ、こうすることによって、ガードインターバル長以下の遅延時間を有する

遅延波があっても、受信側でシンボル間干渉することなく信号を再生できるようになる。

【0018】

OFDM方式では全ての搬送波は互いに直交性を有するため、受信側で搬送波周波数が正しく再生された場合、送信データを正しく再生することができる。しかし、受信側の搬送波周波数が実際の周波数に対して誤差を含んでいる場合、搬送波間で干渉が起こり、送信データを誤って再生する確率が増大して伝送特性が劣化する。したがって、OFDM方式では、受信側でいかに正しく搬送波周波数を再生するかが非常に重要な課題となる。

【0019】

OFDM信号を受信する復調装置では、例えば、上記した従来のOFDM受信装置のように、一般的に入力するOFDM方式の複素デジタル信号に対し、直交復調し、ベースバンド帯域に周波数変換し、ガードインターバルを除去して時間ドメイン信号とし、その時間ドメイン信号をフーリエ変換して周波数ドメイン信号としてから検波することで復調している。

【0020】

OFDM方式の各搬送波は、QPSKや多値QAMなどの変調方式に従ってマッピングされた送信データを伝送しており、搬送波には周波数および時間方向に周期的に既知のパイロット搬送波が挿入されているとする。例えば、日本の地上波デジタルTV放送方式では、スカッタードパイロットが周期的に挿入されており、OFDM受信機ではこれらをもとに伝送路を推定して各搬送波の復調を行っている。

【0021】

また、ダイバーシチ技術は、上記したようにアンテナからOFDM復調回路に至る復調経路を複数（少なくとも2経路）有し、単独の復調経路の場合よりも受信性能を改善するもので、一般に、マルチパス伝送路やレイリーフェージング伝送路などの劣悪な伝送路環境下で信号を受信する場合に、空間ダイバーシチを実施することによって、信号復調後の誤り率を減少させ受信性能を向上するものである。

【0022】

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1に係る直交周波数分割多重信号用ダイバーシチ受信装置を表すブロック図である。

【0023】

図1の直交周波数分割多重信号用ダイバーシチ受信装置は、2系統の直交周波数分割多重（OFDM）信号の復調経路Aと復調経路Bを有する。復調経路Aには、第1アンテナ11、第1チューナ12、第1AGC（自動利得調整）部13、第1A/D（アナログ／デジタル変換）部14、および、第1OFDM復調部15を有する。復調経路Bには、第2アンテナ21、第2チューナ22、第2AGC部23、第2A/D部24、および、第2OFDM復調部25を有する。

【0024】

図1のダイバーシチ受信装置において、第1アンテナ11および第2アンテナ21は、送信用に変調されたアナログ無線信号を受信する。第1チューナ部12および第2チューナ部22は、受信したアナログ無線信号を復調する。第1AGC（自動利得調整：Automatic Gain Control）部13および第2AGC部23は、復調されたアナログ信号の利得レベルを調節する。第1A/D（アナログ／デジタル変換）部14および第2A/D部24は、復調され利得調整されたアナログ信号をデジタル信号に変換し第1受信信号および第2受信信号として出力する。

【0025】

第1OFDM復調部15および第2OFDM復調部25は、OFDM変調されたデジタル形式の第1受信信号および第2受信信号を復調してデジタル形式の復調信号を出力する。

【0026】

電力比比較部31は、第1OFDM復調部15および第2OFDM復調部25内から各復調経路A、B毎に搬送波毎に受信信号の推定値電力の信号が入力され、それらの推定値電力のデータ信号から、両出力のどちらが大きいかを判定し、さらに、各復調経路A、B毎の瞬時受信電力対雑音電力比 $(CNR)_A$ 、 $(CNR)_B$ を求め

、さらに $(\text{CNR})_A$ の値を基準として $(\text{CNR})_B$ の差分を演算し、その差分の演算値 $\{(\text{CNR})_B - (\text{CNR})_A\}$ が所定のしきい値（電力比用）以下であるか否かを比較して、各々の場合で異なる2値信号を搬送波毎に出力する。

【0027】

信号選択／等利得合成選択部33は、第1 OFDM復調部15および第2 OFDM復調部25からの復調信号に対して、何れかの復調信号を選択する処理を実施して選択された信号 $(\text{CNR})_{SC}$ を出力するか、あるいは、双方の復調信号を等利得で合成する処理を実施して等利得合成された信号 $(\text{CNR})_{EGC}$ を出力するかを、電力比比較部31からの信号により選択する。

【0028】

言い換えれば、信号選択／等利得合成選択部33は、電力比比較部31の出力に基づき、第1復調部46からの単独出力、第2復調部56からの単独出力、第1復調部46の出力と第2復調部56の出力を等利得で合成した平均値のうちのいずれかを選択して出力する。

【0029】

従って、信号選択／等利得合成選択部33の出力は、搬送波成分ごとに2つの受信信号の推定値の電力比に応じて、等利得合成された復調信号と、選択された復調信号とが適応的に切り替えられた復調信号であり、2系統の復調経路によるダイバーシチ効果によって誤り率が減少した信号となる。

【0030】

誤り訂正部34では、信号選択／等利得合成選択部33の出力信号に対して誤り訂正処理を実施して出力する。

【0031】

次に、第1 OFDM復調部15および第2 OFDM復調部25の内部構成を説明する。第1 OFDM復調部15および第2 OFDM復調部25の内部には、ガードインターバル(GI)を除去する第1 GI除去部41および第2 GI除去部51を有する。第1 GI除去部は第1受信信号を入力とし、OFDMのシンボルタイミングを再生して入力に付加されているガードインターバルを除去し、第2 GI除去部51も第2受信信号に対して同様の動作を行う。

【0032】

また、第1FFT部42および第2FFT部52は、入力する時間ドメイン信号を高速フーリエ変換(FFT)することで周波数ドメイン信号(第1受信信号/第2受信信号の各搬送波成分)にして出力する。

【0033】

第1伝送路推定部43および第2伝送路推定部53は、フーリエ変換されたOFDM方式の搬送波に周期的に挿入されている既知のパイロット搬送波成分を抽出して各アンテナ11、12からの受信信号に対する伝送路特性の推定を行う。例えば、日本の地上波デジタルTV放送方式の場合は、図2に示すようにスキャッタードパイロットが周期的に挿入されており、受信機ではこれらをもとにして伝送路を推定して各搬送波の復調を行っている。一般的な伝送路推定方法としては、例えば、抽出したスキャッタードパイロットを各々既知データで除算し、その結果を時間方向と周波数方向に内挿することにより、各搬送波成分における伝送路特性を推定することができる。

【0034】

第1推定値電力演算部44および第2推定値電力演算部54は、推定された伝送路特性から搬送波ごとの伝送路推定結果の電力値を演算して出力する。

【0035】

第1復調部46および第2復調部56は、フーリエ変換された周波数ドメイン信号を伝送路推定結果で除算することによって各搬送波成分を復調する。また、この処理は、周波数ドメイン信号に対して伝送路の推定結果の複素共役信号を乗算し、さらに伝送路推定結果の電力値で除算することと等価である。具体的には、第1復調部46および第2復調部56は、第1FFT部42、第2FFT部52の出力に、第1伝送路推定部43および第2伝送路推定部53の出力の複素共役信号を乗算し、その結果を第1推定値電力演算部44および第2推定値電力演算部54の出力で除算する。

【0036】

また、信号選択/等利得合成選択部33の内部では、信号選択部61は、第1OFDM復調部15からの復調出力と第2OFDM復調部25からの復調出力の

うち何れか一方を選択する。信号等利得合成部 62 は、第 1 OFDM 復調部 15 からの復調出力と第 2 OFDM 復調部 25 からの復調出力の各々を等利得で合成する。そして、電力比比較部 31 の出力により、信号選択部 61 からの選択信号と信号等利得合成部 62 からの等利得合成信号の何れか一方が選択されて誤り訂正部 34 に出力される。

【0037】

ここで、電力比比較部 31 の出力により、信号選択部 61 の出力と、信号等利得合成部 62 の出力とを切り替える判定方法について説明する。

【0038】

一般的に、第 1 アンテナ 11 と第 2 アンテナ 21 の 2 つのアンテナを用いて信号選択による空間ダイバーシチを行う場合、合成後の瞬時受信電力対雑音電力比 (CNR) は、次の数式 1 により表される。

【数 1】

$$(CNR)_{sc} = \max[(CNR)_A, (CNR)_B]$$

【0039】

但し、 $(CNR)_A$ 、 $(CNR)_B$ 、 $(CNR)_{sc}$ については上記したとおりであり、関数 $\max[X1, X2]$ は、 $X1$ と $X2$ のうちの大きいほうを選択して出力する関数である。また、2 つのアンテナで受信する信号のそれぞれの雑音電力は等しいと仮定した。

【0040】

一方、等利得合成の場合の CNR である $(CNR)_{EGC}$ は、次の数式 2 により表される。

【数 2】

$$(CNR)_{EGC} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{(CNR)_A} + \sqrt{(CNR)_B} \right)^2$$

【0041】

また、最大比合成の場合の CNR を $(CNR)_{MRC}$ とすると、 $(CNR)_{MRC}$ は次の数式 3 により表される。

【数 3】

$$(CNR)_{MRC} = (CNR)_A + (CNR)_B$$

【0042】

信号選択の場合、等利得合成場合、および、最大比合成場合の場合の各 CNR について、数式 1、数式 2 および数式 3 をもとに計算機でシミュレーションした結果を図 3 に示す。但し、図 3 は、 $(CNR)_A$ は dB 表示で 20 dB とし、 $(CNR)_B$ を dB 表示で 0 dB から 40 dB まで変化させた場合の合成後の CNR を dB 表示で示したものであり、○が信号選択、□が等利得合成、★が最大比合成の場合を各々表す。

【0043】

図 3 から、信号選択の場合は、2 つの受信信号の CNR の差（CNR 1 の値 20 を中心として CNR 2 の値との差）が小さくなるにつれて、ダイバーシチ効果が最大比合成に比べて少なくなることがわかる。また、等利得合成の場合は、信号選択の場合とは逆に 2 つの受信信号の CNR の差が大きくなるにつれて、ダイバーシチ効果が最大比合成に比べて少なくなることがわかる。

【0044】

したがって、2 つの受信信号の CNR の比に応じて、信号選択の出力と、等利得合成の出力を切り替えれば、ダイバーシチ効果を向上させることができることがわかる。この選択／合成法の切り替えは、信号選択と等利得合成の合成後の CNR が等しくなる場合を境界に行えばよい。すなわち、数式 1 および数式 2 から、数式 4 の条件に従って信号選択と等利得合成を切り替える選択／合成法（以下、「適応合成」とする）を実現すればよいことがわかる。

【数 4】

$$\text{合成方法} = \begin{cases} \text{等利得合成,} & \text{when } \frac{\max[(CNR)_A, (CNR)_B]}{\min[(CNR)_A, (CNR)_B]} \leq 3 + 2\sqrt{2} \\ \text{選択合成,} & \text{otherwise} \end{cases}$$

【0045】

尚、数式 4 で信号選択が選ばれた場合は、数式 5 の条件に従って出力信号を切

り替えればよい。

【数 5】

$$\text{合成信号} = \begin{cases} S_A, & \text{when } (CNR)_A \geq (CNR)_B \\ S_B, & \text{otherwise} \end{cases}$$

【0046】

但し、数式 5 において、 S_A および S_B は、それぞれ復調経路 A の第 1 アンテナ 1 および復調経路 B の第 2 アンテナ 21 で受信した各信号における選択／合成前の信号を表す。

【0047】

従って、適応合成とは、信号選択と等利得合成のうち選択／合成後の CNR が大きくなるほうの選択／合成法を適応的に選択する選択／合成法ということになる。

【0048】

図 4 に、適応合成および最大比合成を用いた場合の、各 CNR について、計算機でシミュレーションした結果を示す。但し、 $(CNR)_A$ は dB 表示で 20 dB とし、 $(CNR)_B$ を dB 表示で 0 dB から 40 dB まで変化させた場合の合成後の CNR を dB 表示で示したものであり、△が適応合成、★が最大比合成を表す。

【0049】

図 4 では、2 つの受信信号の CNR の差が無くなる点（横軸の目盛で 12 近辺と 28 近辺）で適応合成の処理内容が切り替えられている。横軸の目盛で 0 から 12 近辺までは、信号選択の出力であり、12 近辺から 28 近辺までは等利得合成の出力であり、28 近辺よりも上は再び信号選択の出力になっている。つまり、図 4 の場合には、横軸の目盛 20 を中心値として、 $+/-8$ の値をしきい値として信号選択と等利得合成を切り替えていることになる。

【0050】

図 4 から、本実施の形態の適応合成を用いることにより、信号選択や等利得合成を単独で用いる場合に比べて、ダイバーシチ効果を向上することができ、その効果は最大比合成の場合に近いことがわかる。

【0051】

このように本実施の形態では、信号選択と等利得合成を搬送波成分ごとに適応的に切り替え、選択／合成後のCNRが大きくなるほうの選択／合成法を選択できるように構成したので、従来の信号選択のみを実施するダイバーシチ受信装置や、等利得合成のみを実施するダイバーシチ受信装置に比べて、ダイバーシチ効果を大きくすることが可能となり、受信装置の受信性能を向上することができる。また、本実施の形態では、最大比合成を実施する場合に比べて小規模な回路でダイバーシチ効果の大きいダイバーシチ受信装置を実現することができる。

【0052】

実施の形態2.

実施の形態1では、伝送路推定結果の電力値をもとに搬送波の電力比を求めるように構成していたが、次に、フーリエ変換後の出力信号に対して搬送波の電力を演算し、これをもとに信号選択／等利得合成の切替を行う場合について説明する。

【0053】

図5は、この発明の実施の形態2に係る直交周波数分割多重信号用ダイバーシチ受信装置を表すブロック図である。

【0054】

図5において、第1OFDM復調部15a、第2OFDM復調部25a、電力比比較部31a、第1搬送波電力演算部45、第2搬送波電力演算部55、第1推定値電力演算部44から電力比比較部31aへの出力接続が無いこと、第2推定値電力演算部54から電力比比較部31aへの出力接続が無いこと以外については、実施の形態1に示したものと同様である。

【0055】

第1OFDM復調部15a内の第1搬送波電力演算部45は、第1FFT部42から第1復調部46に出力される周波数ドメイン信号が入力され、各搬送波成分の電力値を演算して出力する。同様に、第2OFDM復調部25a内の第2搬送波電力演算部55は、第2FFT部52から第2復調部56に出力される周波数ドメイン信号が入力され、各搬送波成分の電力値を演算して出力する。

【0056】

電力比比較部 31a は、第 1 搬送波電力演算部 45 の出力、第 2 搬送波電力演算部 55 の出力、および、所定の電力比閾値を入力とする。各搬送波電力演算部 45、55 からの搬送波電力のデータ信号から、両出力のどちらが大きいかを判定し、さらに、各復調経路 A、B 毎の瞬時受信電力対雑音電力比 $(CNR)_A$ 、 $(CNR)_B$ を求め、さらに $(CNR)_A$ の値を基準として $(CNR)_B$ の差分を演算し、その差分の演算値 $|(CNR)_B - (CNR)_A|$ が所定のしきい値（電力比用）以下であるか否かを比較して、各々の場合で異なる 2 値信号を搬送波毎に出力する。

【0057】

信号選択／等利得合成選択部 33 は、信号選択か等利得合成かを選択するための入力が電力比比較部 31a に変わった以外は、実施の形態 1 と同様である。

【0058】

次に、動作について説明する。実施の形態 1 で示したものと同様の動作については説明を省略し、異なる内容のみを説明する。

【0059】

第 1 搬送波電力演算部 45 は、第 1 FFT 部 42 から入力した周波数ドメイン信号に対して、各搬送波成分の電力値を演算して電力比比較部 31a に出力する。同様に、第 2 搬送波電力演算部 55 は、第 2 FFT 部 52 から入力した周波数ドメイン信号に対して、各搬送波成分の電力値を演算して電力比比較部 31a に出力する。

【0060】

電力比比較部 31a は、第 1 搬送波電力演算部 45 の出力と、第 2 搬送波電力演算部 55 の出力から、両出力のどちらが大きいかを判定し、さらに、各復調経路 A、B 毎の瞬時受信電力対雑音電力比 $(CNR)_A$ 、 $(CNR)_B$ を求め、さらに $(CNR)_A$ の値を基準として $(CNR)_B$ の差分を演算し、その差分の演算値 $|(CNR)_B - (CNR)_A|$ が所定のしきい値（電力比用）以下であるか否かを比較して、各々の場合で異なる 2 値信号を搬送波毎に出力する。

【0061】

信号選択／等利得合成選択部 33 は、電力比比較部 31a の出力をもとに、第 1 OFDM 復調部 15a および第 2 OFDM 復調部 25a からの復調信号に対し

て、何れかの復調信号を選択する処理を実施して選択された信号(CNR)_{SC}を出力するか、あるいは、双方の復調信号を等利得で合成する処理を実施して等利得合成された信号(CNR)_{EGC}を出力するかを選択する。

【0062】

つまり信号選択／等利得合成選択部33は、電力比比較部31aの出力に基づき、第1復調部46からの単独出力、第2復調部56からの単独出力、第1復調部46の出力と第2復調部56の出力を等利得で合成した平均値のうちのいずれかを選択して出力する。

【0063】

従って、信号選択／等利得合成選択部33の出力は、搬送波成分ごとに2つの受信信号の推定値の電力比に応じて、等利得合成された復調信号と、選択された復調信号とが適応的に切り替えられた復調信号であり、2系統の復調経路によるダイバーシチ効果によって誤り率が減少した信号となる。

【0064】

このように本実施の形態では、フーリエ変換後の搬送波成分の電力を演算し、それをもとに信号選択と等利得合成を適応的に切り替えるように構成したので、伝送路推定時の推定誤差の影響を受けることなく選択／合成法を選択することが可能となり、受信装置の受信性能を向上させることができる。

【0065】

実施の形態3.

上記した実施の形態1および2では、周波数ドメイン信号を用いて各搬送波の電力情報を求め、これをもとに選択／合成法を選択するように構成していたが、次に、各アンテナから受信される信号の電力レベルを求め、これをもとに選択／合成法を選択する場合について説明する。

【0066】

図6は、この発明の実施の形態3に係る直交周波数分割多重信号用ダイバーシチ受信装置を表すブロック図である。

【0067】

図6において、第1OFDM復調部15b、第2OFDM復調部25b、電力

比比較部 31b、第1AGC部 13への入力接続、第2AGC部 23への入力接続、第1A/D部 14からの出力接続、第2A/D部 24からの出力接続以外については、実施の形態1または2と同様である。また、第1AGC部 13と第2AGC部 23は、例えば、アンテナから入力された受信信号の信号電力は、アンテナ利得や伝送路状況などによって変化するため、後段の復調装置において最適な信号レベルが得られるようにゲイン調整するために一般的に用いられる回路である。

【0068】

第1OFDM復調部 15b内の第1ゲイン検出部 47は、第1A/D部 14から第1GI除去部 41に出力される第1受信信号が入力され、各搬送波成分の電力値を演算して第1電力制御信号として電力比比較部 31bと第1AGC部 13に出力する。同様に、第2OFDM復調部 25a内の第2ゲイン検出部 57は、第2A/D部 24から第2GI除去部 51に出力される第2受信信号が入力され、各搬送波成分の電力値を演算して第2電力制御信号として電力比比較部 31bと第2AGC部 23に出力する。

【0069】

電力比比較部 31bは、第1ゲイン検出部 47の出力、第2ゲイン検出部 57の出力、および、所定の電力比閾値を入力とする。各ゲイン検出部 47、57からの第1電力制御信号、第2電力制御信号から、両出力のどちらが大きいかを判定し、さらに、各復調経路A、B毎の瞬時受信電力対雑音電力比 $(CNR)_A$ 、 $(CNR)_B$ を求め、さらに $(CNR)_A$ の値を基準として $(CNR)_B$ の差分を演算し、その差分の演算値 $\{(CNR)_B - (CNR)_A\}$ が所定のしきい値（電力比用）以下であるか否かを比較して、各々の場合で異なる2値信号を搬送波毎に出力する。

【0070】

信号選択／等利得合成選択部 33は、信号選択か等利得合成かを選択するための入力が電力比比較部 31bに変わった以外は、実施の形態1と同様である。

【0071】

次に、動作について説明する。実施の形態1または2で示したものと同様の動作については説明を省略し、異なる内容のみを説明する。

【0072】

第1ゲイン検出部47は、第1A/D部14から入力した第1受信信号の平均電力を計算して所定のレベルとの差を求め、ゲイン調整のための制御信号（以下、第1電力制御信号とする）に変換して、第1AGC部13と電力比比較部31bに出力する。同様に、第2ゲイン検出部57は、第2A/D部24から入力した第2受信信号の平均電力を計算して所定のレベルとの差を求め、ゲイン調整のための制御信号（以下、第2電力制御信号とする）に変換して、第2AGC部23と電力比比較部31bに出力する。このとき、第1電力制御信号および第2電力制御信号は、AGCにおいて信号の増幅度を決定する信号であり、この信号レベルが大きいほど、アンテナ出力の信号電力が小さいことを表す。

【0073】

第1受信信号および第2受信信号は、すでにゲイン調整された信号として入力されるため、例えば、各復調経路のアンテナ利得間に差がある場合などには、各アンテナから受信される信号の電力レベルが異なると、第1受信信号と第2受信信号における雑音電力に差が生じる。

【0074】

この差は、合成後のCNRに影響するが、特に一方の受信信号レベルが小さく、ゲイン調整装置における増幅率を増大しなければならない場合は、ダイバーシチ効果が減少する。従って、ゲイン調整前の受信信号における電力比によって合成を制御することがダイバーシチ効果の減少を抑える上で有効となる。

【0075】

電力比比較部31bは、第1ゲイン検出部47の出力と、第2ゲイン検出部57の出力から、両出力のどちらが大きいかを判定し、さらに、各復調経路A、B毎の瞬時受信電力対雑音電力比 $(CNR)_A$ 、 $(CNR)_B$ を求め、さらに $(CNR)_A$ の値を基準として $(CNR)_B$ の差分を演算し、その差分の演算値 $\{(CNR)_B - (CNR)_A\}$ が所定のしきい値（電力比用）以下であるか否かを比較して、各々の場合で異なる2値信号を搬送波毎に出力する。

【0076】

信号選択／等利得合成選択部33は、電力比比較部31bの出力をもとに、第

1 OFDM復調部 15b および第2 OFDM復調部 25b からの復調信号に対し、何れかの復調信号を選択する処理を実施して選択された信号 $(CNR)_{SC}$ を出力するか、あるいは、双方の復調信号を等利得で合成する処理を実施して等利得合成された信号 $(CNR)_{EGC}$ を出力するかを OFDMシンボルごとに選択する。

【0077】

つまり信号選択／等利得合成選択部 33 は、電力比比較部 31b の出力に基づき、第1復調部 46 からの単独出力、第2復調部 56 からの単独出力、第1復調部 46 の出力と第2復調部 56 の出力を等利得で合成した平均値のうちのいずれかを選択して出力する。

【0078】

このとき、前述のように、アンテナ出力の信号電力が小さいほど電力制御信号は大きくなるため、電力制御信号が大きいほど CNR は小さいと考える必要がある。従って、電力制御信号の比を求める際には逆数の比を求め、これをもとに信号選択とするか等利得合成とするかを選択する。また、信号選択を用いる場合には、電力制御信号が小さいほうの復調部出力を選択するように制御する必要がある。

【0079】

従って、信号選択／等利得合成選択部 33 の出力は、搬送波成分ごとに2つの受信信号の推定値の電力比に応じて、等利得合成された復調信号と、選択された復調信号とが適応的に切り替えられた復調信号であり、2系統の復調経路によるダイバーシチ効果によって誤り率が減少した信号となる。

【0080】

このように本実施の形態では、各アンテナから受信される信号の電力レベルを調整するための制御信号をもとに信号選択と等利得合成を適応的に切り替えるように構成したので、2つの受信信号の受信電力レベルが異なる場合であっても、ダイバーシチ効果の減少を抑えて合成することが可能となり、受信装置の受信性能を向上することができ、さらに、2つの受信信号の受信電力レベルが異なる場合であっても、ダイバーシチ効果の減少を抑えて合成することが可能となり、受信装置の受信性能を向上することができる。

【0081】

実施の形態4.

実施の形態3では、各アンテナから受信される信号の電力レベルを求め、これをもとにOFDMシンボルごとに選択／合成法を選択するように構成していたが、次に、各アンテナから受信される信号の電力レベルと、各搬送波に対する伝送路推定結果の信号電力をもとに選択／合成法を選択する場合について説明する。

【0082】

図7は、この発明の実施の形態4に係る直交周波数分割多重信号用ダイバーシチ受信装置を表すブロック図である。

【0083】

図7において、第1 OFDM復調部15c、第2 OFDM復調部25c、電力比比較部31c、第1推定値電力演算部44から電力比比較部31cへの出力接続、第2推定値電力演算部54から電力比比較部31cへの出力接続以外については、実施の形態3と同様である。また、第1推定値電力演算部44から電力比比較部31cへの出力接続、第2推定値電力演算部54から電力比比較部31cへの出力接続については、実施の形態1と同様である。

【0084】

電力比比較部31cは、第1ゲイン検出部47の出力、第2ゲイン検出部57の出力、第1推定値電力演算部44の出力、第2推定値電力演算部54の出力、および、所定の電力比閾値を入力とする。第1推定値電力演算部44の推定値電力と、第2推定値電力演算部54の推定値電力の各々に対して、各ゲイン検出部47、57からの第1電力制御信号、第2電力制御信号を基にした係数を各々決定して乗算し、その各乗算結果から、両出力のどちらが大きいかを判定し、さらに、各復調経路A、B毎の瞬時受信電力対雑音電力比 $(CNR)_A$ 、 $(CNR)_B$ を求め、さらに $(CNR)_A$ の値を基準として $(CNR)_B$ の差分を演算し、その差分の演算値 $\{(CNR)_B - (CNR)_A\}$ が所定のしきい値（電力比用）以下であるか否かを比較して、各々の場合で異なる2値信号を搬送波毎に出力する。

【0085】

信号選択／等利得合成選択部33は、信号選択か等利得合成かを選択するため

の入力が電力比比較部 31c に変わった以外は、実施の形態 3 と同様である。

【0086】

次に、動作について説明する。実施の形態 1、2 または 3 で示したものと同様の動作については説明を省略し、異なる内容のみを説明する。

【0087】

電力比比較部 31c は、第 1 ゲイン検出部 47 と第 2 ゲイン検出部 57 の出力をもとに、第 1 推定値電力演算部 44 と第 2 推定値電力演算部 54 の出力に乘じる係数を決定し、その係数の乗算結果に対して、どちらが大きいのか、また、その両信号の比が所定の電力比閾値に比べて大きいのか否かを判定し、判定結果を出力する。

【0088】

ここで、第 1 推定値電力演算部 44 と第 2 推定値電力演算部 54 の出力に乘じる係数について説明する。前述のように、第 1 受信信号と第 2 受信信号における雑音電力差が大きいとダイバーシチ効果が減少するため、これを抑えるためには、ゲイン調整前の受信信号電力の比を考慮した選択／合成が有効となる。いま、第 1 アンテナ 11 および第 2 アンテナ 21 で受信した信号の電力をそれぞれ P_A および P_B 、第 1 アンテナ 11 および第 2 アンテナ 21 の受信信号に対するゲイン調整量をそれぞれ G_A および G_B 、ある搬送波成分に対する第 1 推定値電力演算部 44 および第 2 推定値電力演算部 54 の出力をそれぞれ x_A および x_B とすると、次の数式 6 が近似的に成立する。

【数 6】

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{G_B x_A}{G_A x_B}$$

【0089】

従って、第 1 推定値電力演算部 44 および第 2 推定値電力演算部 54 の出力信号に対する各 AGC 部 14、24 によるゲイン調整分を補正する場合は、第 1 推定値電力演算部 44 および第 2 推定値電力演算部 54 の出力信号に対し、それぞれ G_B および G_A に比例した係数を乗算すればよいことがわかる。

【0090】

電力比比較部 31c では、補正後の各推定値電力演算部 44、54 の出力をもとに、例えば数式 4 および数式 5 による判定を行う。

【0091】

信号選択／等利得合成選択部 33 は、電力比比較部 31c の出力をもとに、第 1 復調部 46 の出力、第 2 復調部 56 の出力、第 1 復調部 46 の出力と第 2 復調部 56 の出力の平均値のうちのいずれかを選択して出力する。

【0092】

信号選択／等利得合成選択部 33 の出力は、2 つのアンテナ 11、21 で受信した信号の電力比とゲイン調整後の受信信号の伝送路推定結果における電力比に応じて、等利得合成と信号選択を搬送波成分ごとに適応的に切り替えて合成した合成信号となる。

【0093】

このように本実施の形態では、各アンテナ 11、21 から受信される信号の電力レベルを調整するための制御信号および各搬送波成分に対する伝送路推定結果の電力値をもとに信号選択と等利得合成を適応的に切り替えるように構成したので、2 つの受信信号の受信電力レベルが異なる場合であっても、ダイバーシチ効果の減少を抑えつつ搬送波ごとに合成することが可能となり、受信装置の受信性能を向上することができる。

【0094】

実施の形態 5.

実施の形態 4 では、各アンテナから受信される信号の電力レベルと、各搬送波に対する伝送路推定結果の信号電力をもとに選択／合成法を選択する構成を示したが、以下に、各アンテナから受信される信号の電力レベルと、各搬送波の信号電力をもとに選択／合成法を選択する場合について説明する。

【0095】

図 8 は、この発明の実施の形態 5 に係る直交周波数分割多重信号用ダイバーシチ受信装置を表すブロック図である。

【0096】

図 8 において、第 1 OFDM 復調部 15d、第 2 OFDM 復調部 25d、電力

比比較部 31d、第1搬送波電力演算部 45、第2搬送波電力演算部 55、第1推定値電力演算部 44 から電力比比較部 31d への出力接続が無いこと、第2推定値電力演算部 54 から電力比比較部 31d への出力接続が無いこと以外については、実施の形態 4 と同様である。また、第1搬送波電力演算部 45、第2搬送波電力演算部 55 については、実施の形態 2 と同様である。

【0097】

電力比比較部 31d は、第1ゲイン検出部 47 の出力、第2ゲイン検出部 57 の出力、第1搬送波電力演算部 45 の出力、第2搬送波電力演算部 55 の出力、および、所定の電力比閾値を入力とする。第1搬送波電力演算部 45 の搬送波電力と、第2搬送波電力演算部 55 の搬送波電力の各々に対して、各ゲイン検出部 47、57 からの第1電力制御信号、第2電力制御信号を基にした係数を各々決定して乗算し、その各乗算結果から、両出力のどちらが大きいかを判定し、さらに、各復調経路 A、B 毎の瞬時受信電力対雑音電力比 $(CNR)_A$ 、 $(CNR)_B$ を求め、さらに $(CNR)_A$ の値を基準として $(CNR)_B$ の差分を演算し、その差分の演算値 $\{|(CNR)_B - (CNR)_A|$ が所定のしきい値（電力比用）以下であるか否かを比較して、各々の場合で異なる 2 値信号を搬送波毎に出力する。

【0098】

信号選択／等利得合成選択部 33 は、信号選択か等利得合成かを選択するための入力が電力比比較部 31d に変わった以外は、実施の形態 4 と同様である。

【0099】

次に、動作について説明する。実施の形態 1～4 で示したものと同様の動作については説明を省略し、異なる内容のみを説明する。

【0100】

電力比比較部 31d は、第1ゲイン検出部 47 と第2ゲイン検出部 57 の出力をもとに、第1搬送波電力演算部 45 と第2搬送波電力演算部 55 の出力に乘じる係数を決定し、その係数の乗算結果に対して、どちらが大きいか、また、その両信号の比が所定の電力比閾値に比べて大きいかな否かを判定し、判定結果を出力する。

【0101】

電力比比較部 31d では、補正後の各搬送波電力演算部 45、55 の出力をもとに、例えば数式 4 および数式 5 による判定を行う。

【0102】

信号選択／等利得合成選択部 33 は、電力比比較部 31d の出力をもとに、第 1 復調部 46 の出力、第 2 復調部 56 の出力、第 1 復調部 46 の出力と第 2 復調部 56 の出力の平均値のうちのいずれかを選択して出力する。

【0103】

信号選択／等利得合成選択部 33 の出力は、2 つのアンテナ 11、21 で受信した信号の電力比とゲイン調整後の受信信号の搬送波電力比に応じて、等利得合成と信号選択を搬送波成分ごとに適応的に切り替えて合成した合成信号となる。

【0104】

このように本実施の形態では、各アンテナから受信される信号の電力レベルを調整するための制御信号およびフーリエ変換後の搬送波成分の電力値をもとに信号選択と等利得合成を適応的に切り替えるように構成したので、2 つの受信信号の受信電力レベルが異なる場合であっても、ダイバーシチ効果の減少を抑えつつ搬送波ごとに合成することが可能となり、受信装置の受信性能を向上することができ、伝送路推定時の推定誤差の影響を受けることなく選択／合成法を選択することが可能となり、受信装置の受信性能を向上することができる。

【0105】

実施の形態 6.

実施の形態 4 では、各アンテナから受信される信号の電力レベルに比例した係数を伝送路推定結果の電力値に乘じ、その結果をもとに選択／合成法を選択する構成を示したが、以下に、各アンテナから受信される信号の電力レベルをもとに選択／合成法を切り替えるための閾値を適応的に変更し、その結果と伝送路推定結果の電力値をもとに選択／合成法を選択する場合について説明する。

【0106】

図 9 は、この発明の実施の形態 6 に係る直交周波数分割多重信号用ダイバーシチ受信装置を表すブロック図である。

【0107】

図9において、第1 OFDM復調部15e、第2 OFDM復調部25e、電力比比較部31e、第1ゲイン検出部47および第2ゲイン検出部57から電力比比較部31eへの接続途中に設けられた閾値変換テーブル部32、閾値変換テーブル部32から電力比閾値が電力比比較部31eに出力されること以外については、実施の形態4と同様である。

【0108】

閾値変換テーブル部32は、第1ゲイン検出部47の出力、第2ゲイン検出部57の出力を入力とし、電力比閾値を出力する。つまり、実施の形態1における電力比閾値を、閾値変換テーブル部32が、第1ゲイン検出部47の出力と第2ゲイン検出部57の出力から生成する。

【0109】

電力比比較部31eは、第1推定値電力演算部44の出力、第2推定値電力演算部54の出力、および、閾値変換テーブル部32からの電力比閾値を入力とする。各搬送波電力演算部45、55からの搬送波電力のデータ信号から、両出力のどちらが大きいかを判定し、さらに、各復調経路A、B毎の瞬時受信電力対雑音電力比 $(CNR)_A$ 、 $(CNR)_B$ を求め、さらに $(CNR)_A$ の値を基準として $(CNR)_B$ の差分を演算し、その差分の演算値 $\{(CNR)_B - (CNR)_A\}$ が所定のしきい値（電力比用）以下であるか否かを比較して、各々の場合で異なる2値信号を搬送波毎に出力する。

【0110】

信号選択／等利得合成選択部33は、信号選択か等利得合成かを選択するための入力が電力比比較部31eに変わった以外は、実施の形態1と同様である。

【0111】

次に、動作について説明する。実施の形態1～5で示したものと同様の動作については説明を省略し、異なる内容のみを説明する。

【0112】

閾値変換テーブル部32は、第1ゲイン検出部47と第2ゲイン検出部57の出力をもとに、電力比閾値を決定して電力比比較部31eに出力する。閾値変換テーブル部32は、第1ゲイン検出部47および第2ゲイン検出部57の出力を

もとに、電力比閾値を所定の値に変換して出力する。数式 6 より、閾値の変換は、電力比閾値に第 1 ゲイン検出部 47 と第 2 ゲイン検出部 57 の出力比を乗じることで実現できるため、閾値変換テーブル部 32 にはその乗算結果を格納しておけばよい。

【0113】

電力比比較部 31e は、第 1 推定値電力演算部 44 の出力と、第 2 推定値電力演算部 54 の出力から、両出力のどちらが大きいかを判定し、さらに、各復調経路 A、B 毎の瞬時受信電力対雑音電力比 $(CNR)_A$ 、 $(CNR)_B$ を求め、さらに $(CNR)_A$ の値を基準として $(CNR)_B$ の差分を演算し、その差分の演算値 $\{(CNR)_B - (CNR)_A\}$ が閾値変換テーブル部 32 から入力するしきい値（電力比用）以下であるか否かを比較して、各々の場合で異なる 2 値信号を搬送波毎に出力する。

【0114】

信号選択／等利得合成選択部 33 は、電力比比較部 31e の出力をもとに、第 1 OFDM 復調部 15e および第 2 OFDM 復調部 25e からの復調信号に対して、何れかの復調信号を選択する処理を実施して選択された信号 $(CNR)_{SC}$ を出力するか、あるいは、双方の復調信号を等利得で合成する処理を実施して等利得合成された信号 $(CNR)_{EGC}$ を出力するかを選択する。

【0115】

つまり信号選択／等利得合成選択部 33 は、電力比比較部 31e の出力に基づき、第 1 復調部 46 からの単独出力、第 2 復調部 56 からの単独出力、第 1 復調部 46 の出力と第 2 復調部 56 の出力を等利得で合成した平均値のうちのいずれかを選択して出力する。

【0116】

従って、信号選択／等利得合成選択部 33 の出力は、搬送波成分ごとに 2 つの受信信号の推定値の電力比に応じて、等利得合成された復調信号と、選択された復調信号とが適応的に切り替えられた復調信号であり、2 系統の復調経路によるダイバーシチ効果によって誤り率が減少した信号となる。

【0117】

このように本実施の形態では、各アンテナから受信される信号の電力レベルを

もとに選択／合成法を切り替えるための閾値を適応的に変更し、その結果と伝送路推定結果の電力値をもとに選択／合成法を選択するように構成したので、伝送路推定結果の電力値を電力制御信号によって補正する際に必要となる乗算回路が不要となり、受信電力レベルの差異によるダイバーシチ効果の減少を抑えつつ搬送波ごとにダイバーシチ合成する受信装置を小規模な回路で実現することができ、伝送路推定結果の電力値を電力制御信号によって補正する際に必要となる乗算回路が不要となり、受信電力レベルの差異によるダイバーシチ効果の減少を抑えつつ搬送波ごとにダイバーシチ合成する受信装置を小規模な回路で実現することができるという効果がある。

【0118】

実施の形態 7.

実施の形態 6 では、各アンテナから受信される信号の電力レベルをもとに選択／合成法を切り替えるための閾値を適応的に変更し、その結果と伝送路推定結果の電力値をもとに選択／合成法を選択するような構成を示したが、以下に、各アンテナから受信される信号の電力レベルをもとに選択／合成法を切り替えるための閾値を適応的に変更し、その結果と各搬送波の電力値をもとに選択／合成法を選択する場合について説明する。

【0119】

図 10 は、この発明の実施の形態 7 に係る直交周波数分割多重信号用ダイバーシチ受信装置を表すブロック図である。

【0120】

図 10 において、第 1 OFDM 復調部 15 f、第 2 OFDM 復調部 25 f、電力比比較部 31 f、第 1 搬送波電力演算部 45、第 2 搬送波電力演算部 55、第 1 推定値電力演算部 44 から電力比比較部 31 f への出力接続が無いこと、第 2 推定値電力演算部 54 から電力比比較部 31 f への出力接続が無いこと以外については、実施の形態 6 に示したものと同様である。また、第 1 搬送波電力演算部 45、第 2 搬送波電力演算部 55 は実施の形態 2 と同様である。

【0121】

次に、動作について説明する。実施の形態 1 ～ 6 で示したものと同様の動作に

については説明を省略し、異なる内容のみを説明する。

【0122】

閾値変換テーブル部32は、第1ゲイン検出部47と第2ゲイン検出部57の出力をもとに、電力比閾値を決定して電力比比較部31eに出力する。閾値変換テーブル部32は、第1ゲイン検出部47および第2ゲイン検出部57の出力をもとに、電力比閾値を所定の値に変換して出力する。数式6より、閾値の変換は、電力比閾値に第1ゲイン検出部47と第2ゲイン検出部57の出力比を乗じることで実現できるため、閾値変換テーブル部32にはその乗算結果を格納しておけばよい。

【0123】

電力比比較部31fは、第1搬送波電力演算部45の出力と、第2搬送波電力演算部55の出力から、両出力のどちらが大きいかを判定し、さらに、各復調経路A、B毎の瞬時受信電力対雑音電力比 $(CNR)_A$ 、 $(CNR)_B$ を求め、さらに $(CNR)_A$ の値を基準として $(CNR)_B$ の差分を演算し、その差分の演算値 $\{(CNR)_B - (CNR)_A\}$ が閾値変換テーブル部32から入力するしきい値（電力比用）以下であるか否かを比較して、各々の場合で異なる2値信号を搬送波毎に出力する。

【0124】

信号選択／等利得合成選択部33は、電力比比較部31fの出力をもとに、第1OFDM復調部15fおよび第2OFDM復調部25fからの復調信号に対して、何れかの復調信号を選択する処理を実施して選択された信号 $(CNR)_{SC}$ を出力するか、あるいは、双方の復調信号を等利得で合成する処理を実施して等利得合成された信号 $(CNR)_{EGC}$ を出力するかを選択する。

【0125】

つまり信号選択／等利得合成選択部33は、電力比比較部31fの出力に基づき、第1復調部46からの単独出力、第2復調部56からの単独出力、第1復調部46の出力と第2復調部56の出力を等利得で合成した平均値のうちのいずれかを選択して出力する。

【0126】

従って、信号選択／等利得合成選択部33の出力は、搬送波成分ごとに2つの

受信信号の推定値の電力比に応じて、等利得合成された復調信号と、選択された復調信号とが適応的に切り替えられた復調信号であり、2系統の復調経路によるダイバーシチ効果によって誤り率が減少した信号となる。

【0127】

このように本実施の形態では、各アンテナから受信される信号の電力レベルをもとに選択／合成法を切り替えるための閾値を適応的に変更し、その結果と各搬送波の電力値をもとに選択／合成法を選択するように構成したので、各搬送波の電力値を電力制御信号によって補正する際に必要となる乗算回路が不要となり、受信電力レベルの差異によるダイバーシチ効果の減少を抑えつつ搬送波ごとにダイバーシチ合成する受信装置を小規模な回路で実現することができ、また、フーリエ変換後の搬送波成分の電力値を利用して信号選択と等利得合成を切り替えるように構成したので、伝送路推定時の推定誤差の影響を受けることなく選択／合成法を選択することが可能となり、受信装置の受信性能を向上することができる。

【0128】

また、上記した各実施の形態では、復調経路が2系統の場合について説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、例えば、4系統の復調経路を有するダイバーシチ受信装置で信号選択と信号等利得合成を切り替える場合にも容易に適用することができる。また、上記した実施の形態3以降の図中では、第1ゲイン検出部47および第2ゲイン検出部57を、第1OFDM復調部および第2OFDM復調部の内部に配置して説明したが、各OFDM復調部の外部に配置しても良い。

【0129】

【発明の効果】

以上のように、本発明のOFDM信号のダイバーシチ受信方法では、信号選択と等利得合成を搬送波成分ごとに適応的に切り替え、選択／合成後のCNRが大きくなるほうの選択／合成法を選択できるようにしたので、従来の信号選択のみを実施するダイバーシチ受信方法や、等利得合成のみを実施するダイバーシチ受信方法に比べて、ダイバーシチ効果を大きくすることが可能となり、受信性能を

向上することができ、最大比合成を実施する場合に比べて小規模な回路でダイバーシチ効果の大きいダイバーシチ受信装置を実現することができる。

【0130】

また、本発明のOFDM信号のダイバーシチ受信装置は、信号選択と等利得合成を搬送波成分ごとに適応的に切り替え、選択／合成後のCNRが大きくなるほうの選択／合成法を選択できるように構成したので、従来の信号選択のみを実施するダイバーシチ受信装置や、等利得合成のみを実施するダイバーシチ受信装置に比べて、ダイバーシチ効果を大きくすることが可能となり、受信装置の受信性能を向上することができ、最大比合成を実施する場合に比べて小規模な回路でダイバーシチ効果の大きいダイバーシチ受信装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1に係る直交周波数分割多重信号用ダイバーシチ受信装置を表すブロック図である。

【図2】 フーリエ変換されたOFDM方式の搬送波に周期的に挿入されている既知のパイロット搬送波成分であるスキッタードパイロットを示す図である。

【図3】 信号選択、等利得合成、および、最大比合成の場合の各CNRをシミュレーションした図である。

【図4】 適応合成、および、最大比合成の場合の各CNRをシミュレーションした図である。

【図5】 この発明の実施の形態2に係る直交周波数分割多重信号用ダイバーシチ受信装置を表すブロック図である。

【図6】 この発明の実施の形態3に係る直交周波数分割多重信号用ダイバーシチ受信装置を表すブロック図である。

【図7】 この発明の実施の形態4に係る直交周波数分割多重信号用ダイバーシチ受信装置を表すブロック図である。

【図8】 この発明の実施の形態5に係る直交周波数分割多重信号用ダイバーシチ受信装置を表すブロック図である。

【図9】 この発明の実施の形態6に係る直交周波数分割多重信号用ダイバ

ーシチ受信装置を表すブロック図である。

【図10】 この発明の実施の形態7に係る直交周波数分割多重信号用ダイバーシチ受信装置を表すブロック図である。

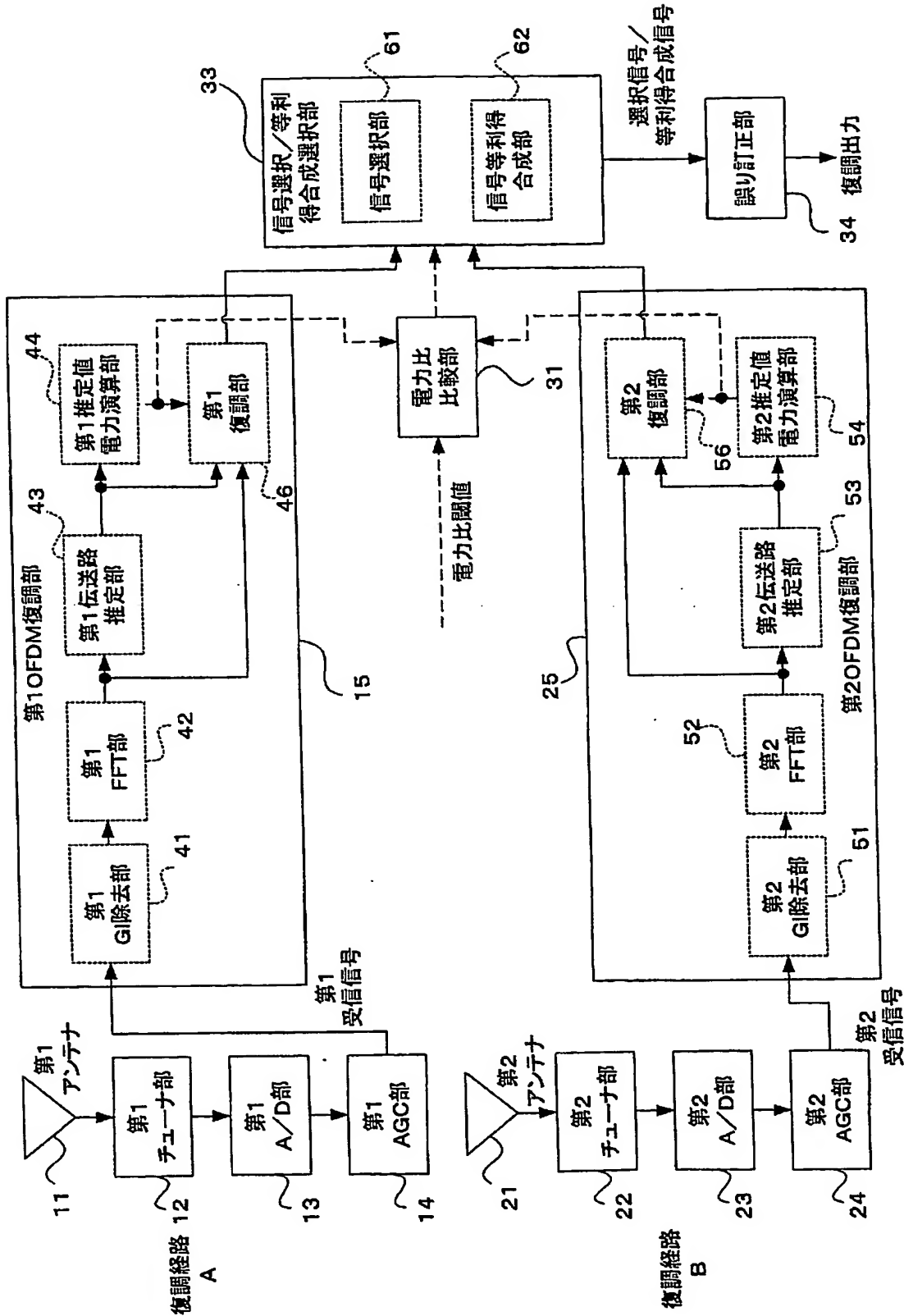
【符号の説明】

11 第1アンテナ、 12 第1チューナ部、 13 第1アナログ／デジタル変換（A／D）部、 14 第1自動利得制御（AGC）部、 15、15a～15f 第1直交周波数分割多重信号（OFDM）復調部、 21 第2アンテナ、 22 第2チューナ部、 23 第2A／D部、 24 第2AGC部、 25、25a～25f 第2OFDM復調部、 31、31a～31f 電力比比較部、 32 閾値変換テーブル部、 33 信号選択／等利得合成選択部、 34 誤り訂正部、 41 第1ガードインターバル（GI）除去部、 42 第1高速フーリエ変換（FFT）部、 43 第1伝送路推定部、 44 第1推定値電力演算部、 45 第1搬送波電力演算部、 46 第1復調部、 47 第1ゲイン検出部、 51 第2GI除去部、 52 第2FFT部、 53 第2伝送路推定部、 54 第2推定値電力演算部、 55 第2搬送波電力演算部、 56 第2復調部、 57 第2ゲイン検出部、 61 信号選択部、 62 信号等利得合成部。

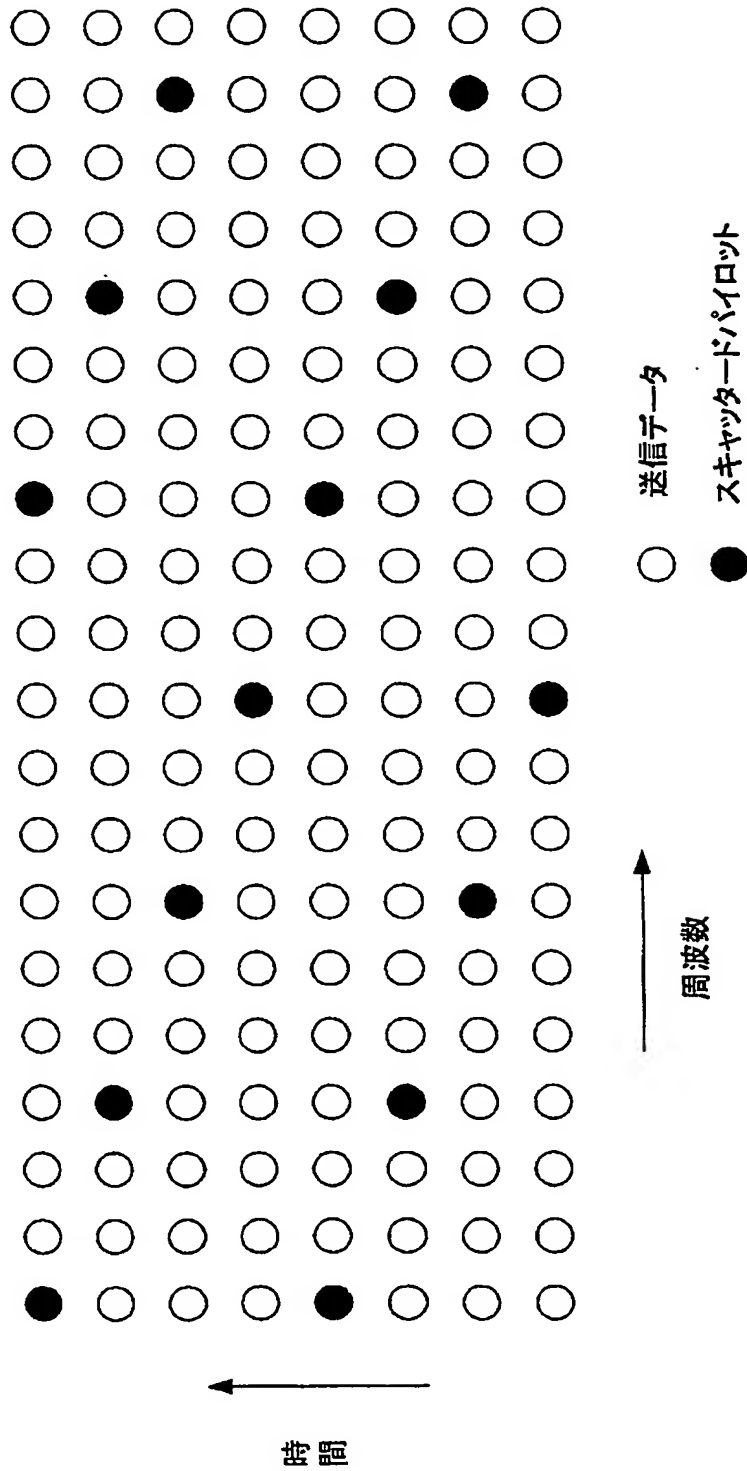
【書類名】

図面

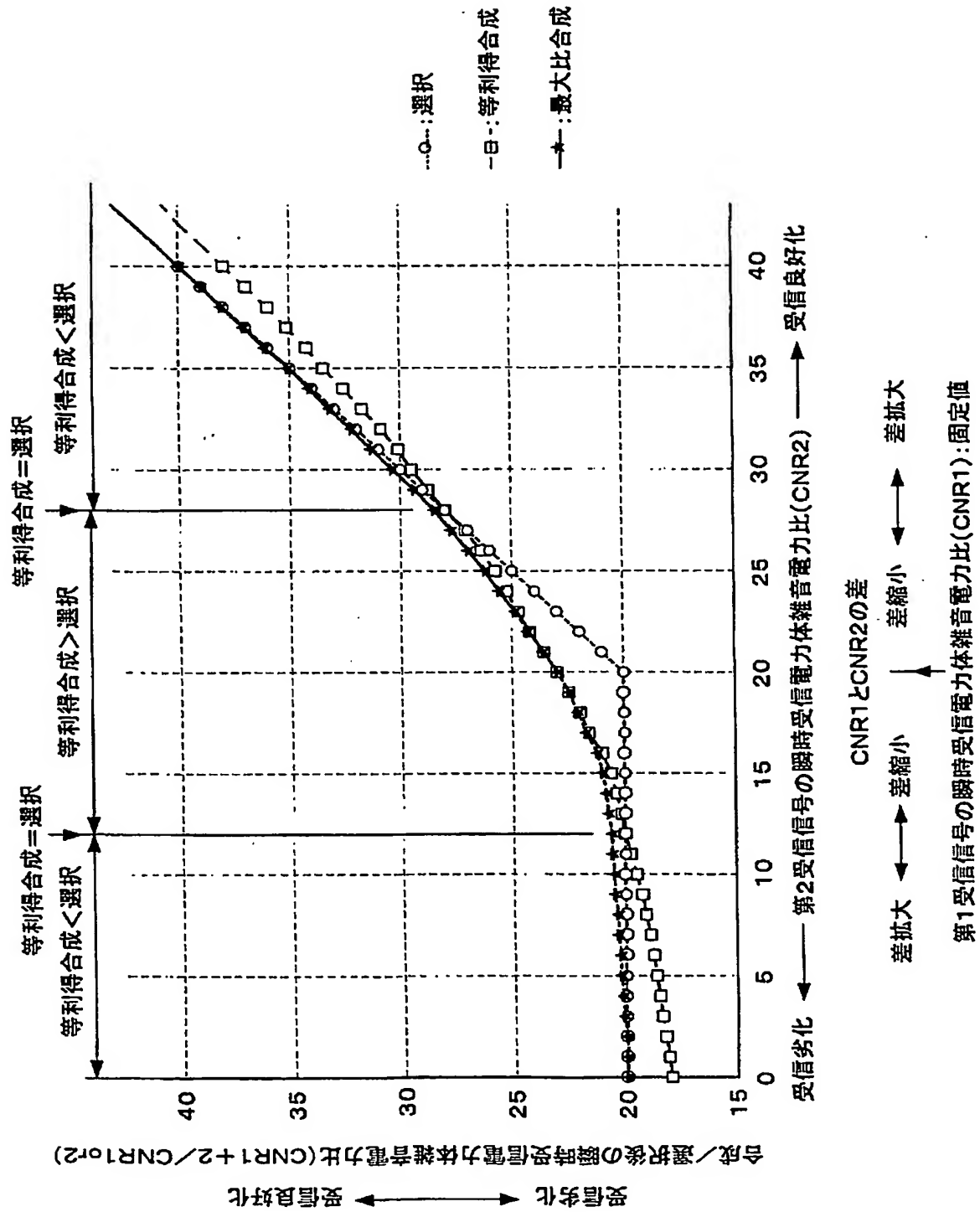
【図1】



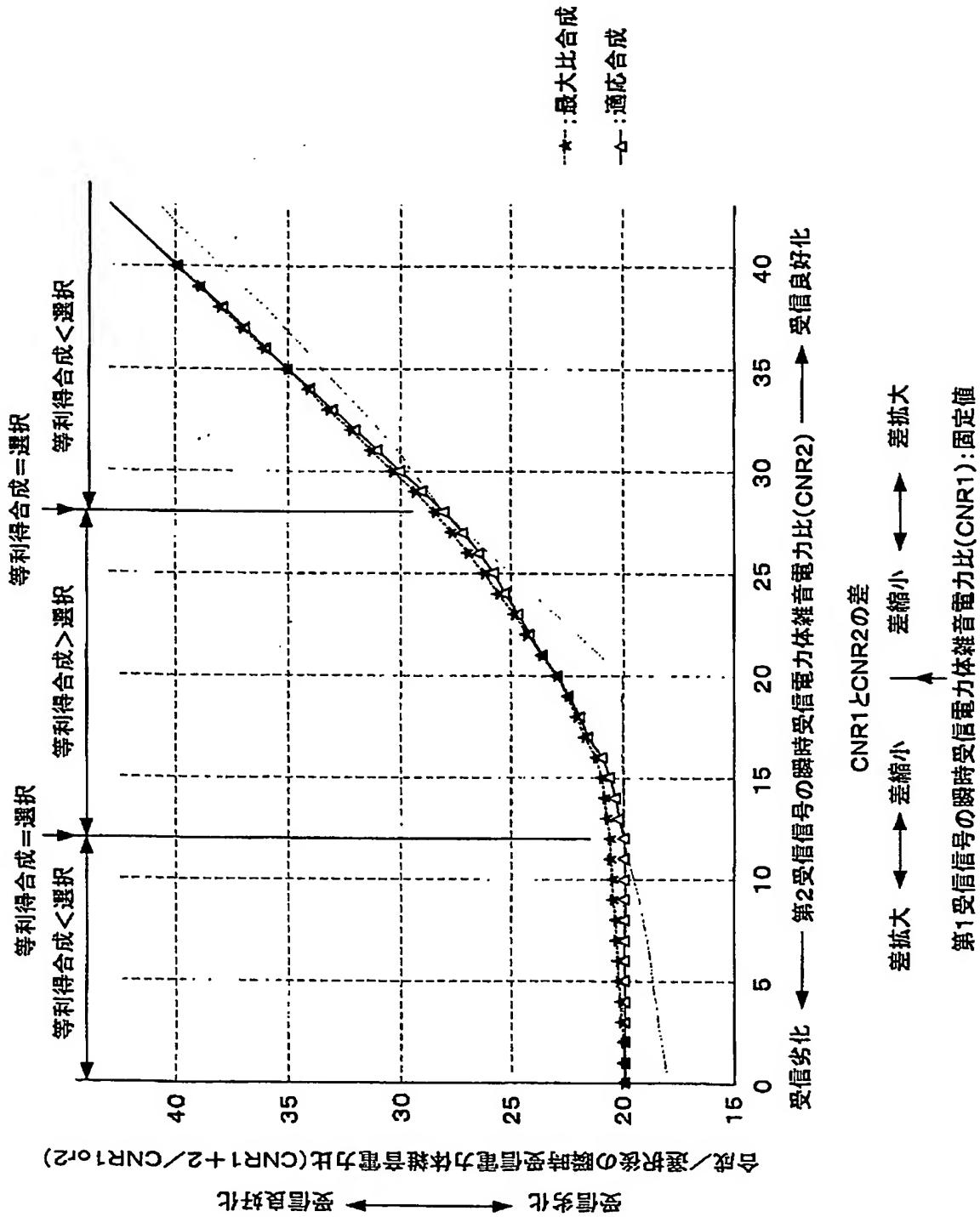
【図 2】



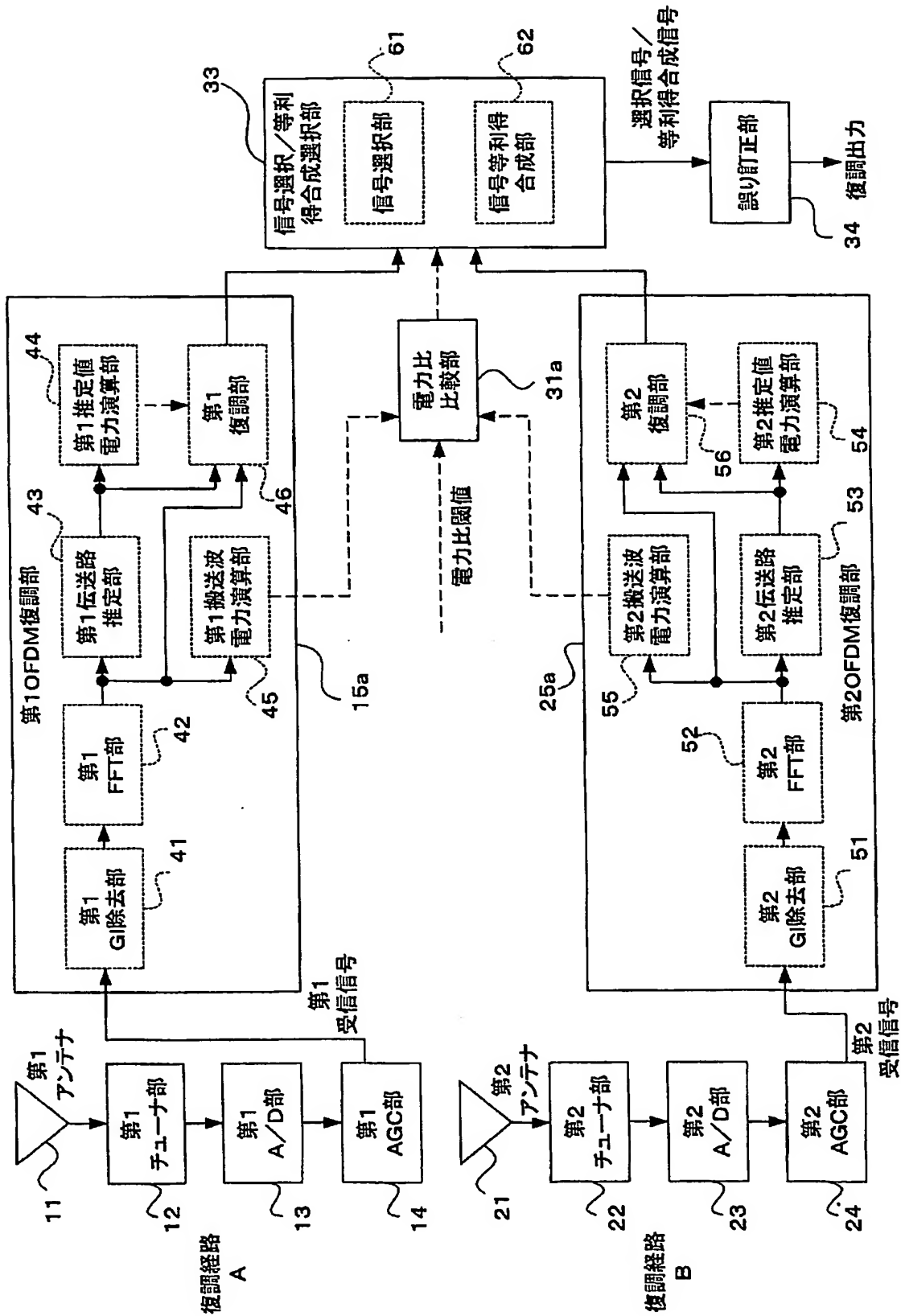
【図3】



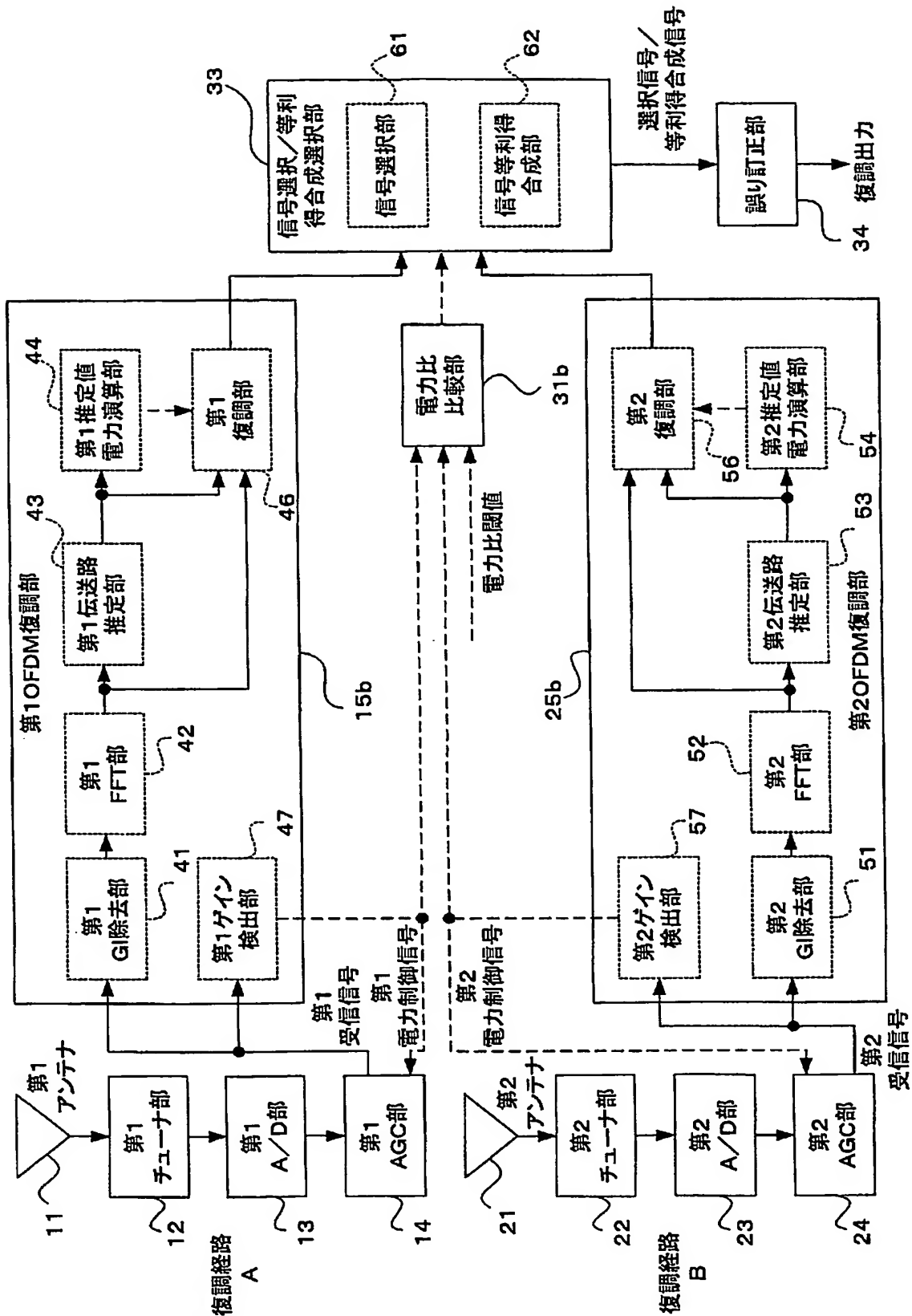
【図 4】



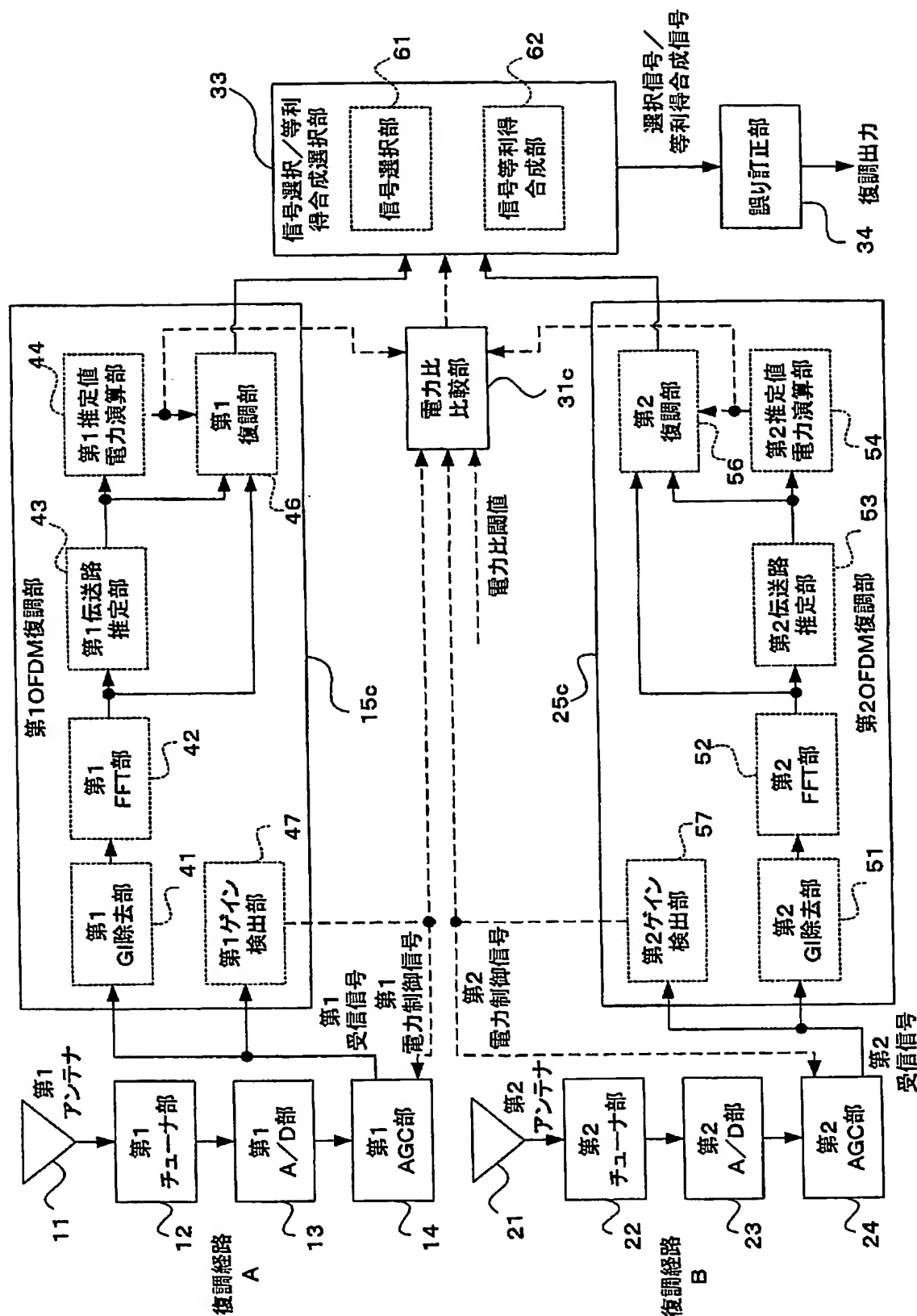
【図5】



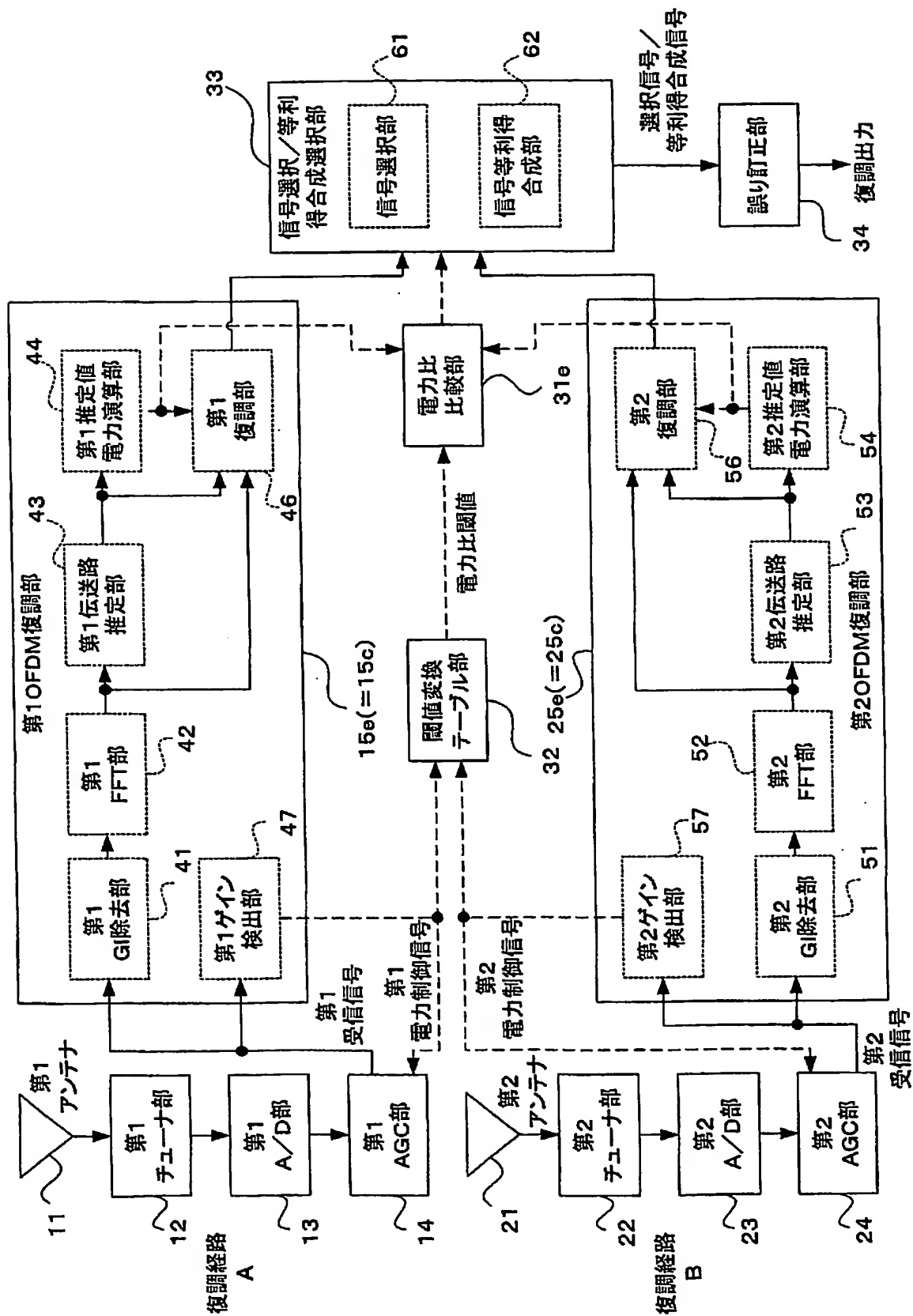
【図6】



【図7】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 直交周波数分割多重信号用のダイバーシチ受信装置において、小規模な回路でダイバーシチ効果の大きい受信装置を実現する。

【解決手段】 直交周波数分割多重信号用ダイバーシチ受信装置において、2つのアンテナ11、21から受信される搬送波成分に対する伝送路推定結果の各電力比の値の差分を演算し、その差分の演算値が所定のしきい値以下であるか否かを比較する電力比比較部31と、比較結果がしきい値以下である場合には等利得合成された受信復調信号を出力し、比較結果がしきい値より大きい場合には何れか一方の受信復調信号を出力する信号選択／等利得合成選択部33を備える。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 3 1 2 1 8 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名

三菱電機株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.